

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[DETAIL](#)[JAPANESE](#)[BACK](#)[NEXT](#)

3 / 5

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-235646  
 (43) Date of publication of application : 31.08.1999

(51) Int.CI. B23Q 15/00

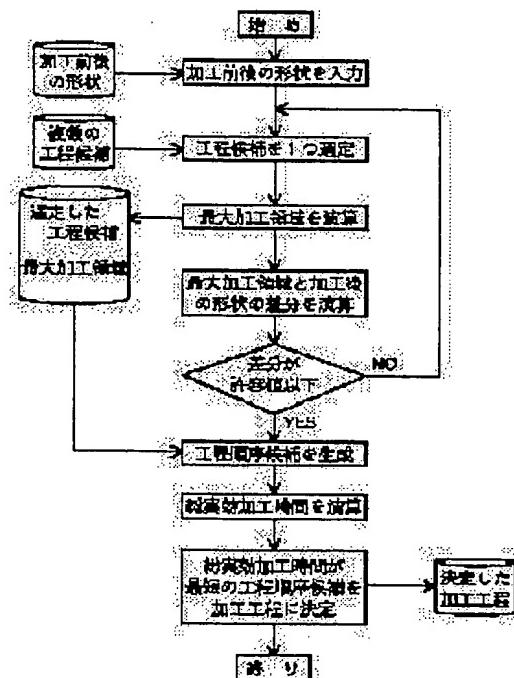
|                           |            |   |
|---------------------------|------------|---|
| (21) Application number : | 10-036865  | (71) Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC     |
| (22) Date of filing :     | 19.02.1998 | (72) Inventor : TERAMOTO KAZUNARI<br>KUWANO YOSHIMASA |

### (54) DETERMINING METHOD FOR WORKING PROCESS

#### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To quickly determine a working process with high working efficiency when a free curved surface of a three-dimensional and arbitrary shape such as a metallic mold cavity is made.

**SOLUTION:** Process candidates are selected in order of process candidates with high working capability from a plurality of process candidates, a maximum working area which can be worked by the process candidates is determined from a shape before working and a shape after working, a difference of the maximum working area and the shape after working is determined and the selection of process candidates is repeated till the difference becomes an allowable value or below. The selected process candidates are arrayed and a plurality of process order candidates in which the lastly selected process candidate is defined as a final process are generated. As for each process order candidate, effective working time is determined from working capability of each process, working amount and load time, total effective working time is determined by summing up effective working time of each process and a process order candidate in which total effective working time becomes the shortest is determined for a working process.



### LEGAL STATUS

|   |            |
|---|------------|
| [Date of request for examination]   | 18.09.2000 |
| [Date of sending the examiner's decision of rejection]  | 25.05.2004 |
| [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration] |            |
| [Date of final disposal for application]  |            |
| [Patent number]   |            |
| [Date of registration]  |            |

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection] 2004-12706

[Date of requesting appeal against examiner's decision of 21.06.2004  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-235646

(43)公開日 平成11年(1999)8月31日

(51)Int.Cl.<sup>®</sup>  
B 23 Q 15/00

識別記号  
301

F I  
B 23 Q 15/00

301 F

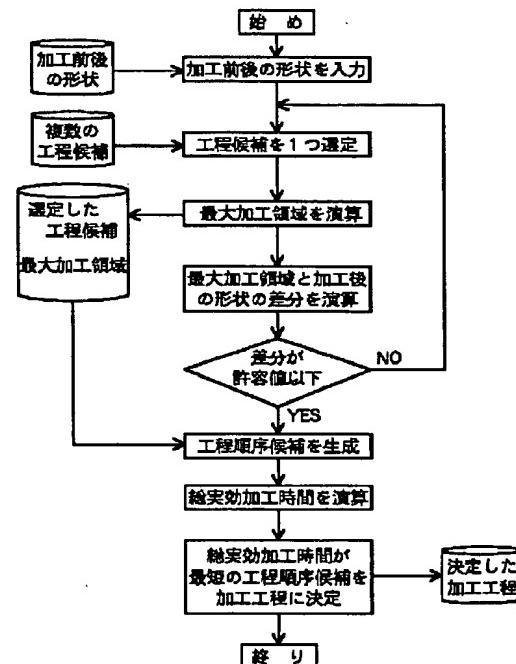
審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全7頁)

|          |                  |         |   |
|----------|------------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平10-36865      | (71)出願人 | 000003609<br>株式会社豊田中央研究所<br>愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 |
| (22)出願日  | 平成10年(1998)2月19日 | (72)発明者 | 寺本 一成<br>愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内       |
|          |                  | (72)発明者 | 桑野 義正<br>愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内       |
|          |                  | (74)代理人 | 弁理士 水野 桂  |

(54)【発明の名称】 加工工程の決定方法

(57)【要約】

【課題】 加工能率の高い加工工程を迅速に決定する。  
【解決手段】 複数の工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を加工前の形状と加工後の形状から求め、最大加工領域と加工後の形状の差分を求め、その差分が許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返す。選定した工程候補を配列して、最後に選定した工程候補を最終の工程とする複数の工程順序候補を生成する。各工程順序候補について、各工程の加工能力、加工量と負荷時間から実効加工時間を求め、各工程の実効加工時間を総和して総実効加工時間を求め、総実効加工時間が最短になる工程順序候補を加工工程に決定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を加工前の形状と加工後の形状から求め、最大加工領域と加工後の形状の差分を求め、その差分が許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返し、選定した工程候補を配列して、最後に選定した工程候補を最終の工程とする複数の工程順序候補を生成し、各工程順序候補について、各工程の加工能力、加工量と負荷時間から実効加工時間を求め、各工程の実効加工時間を総和して総実効加工時間を求め、総実効加工時間が最短になる工程順序候補を加工工程に決定することを特徴とする加工工程の決定方法。

【請求項2】複数の工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を加工前の形状と加工後の形状から求め、最大加工領域と加工後の形状の差分を求め、その差分が許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返し、選定した各工程候補について、加工能力、加工量と負荷時間から実効加工能力を求める、実効加工能力が最高になる工程候補を最初の工程に決定し、選定した工程候補の中から、直前の工程に決定した工程候補より加工能力が低い工程候補を再選定し、再選定した各工程候補について、加工能力、加工量と負荷時間から実効加工能力を求める、実効加工能力が最高になる工程候補を次の工程に決定し、再選定する工程候補がなくなるまで工程候補の再選定と工程の決定を繰り返し、最後に再選定した工程候補を最終の工程に決定することを特徴とする加工工程の決定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、機械加工や電気的な加工を施す際、特に、金型のキャビティのような三次元の自由曲面を加工する際、複数の工程からなる加工工程を決定する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】加工工程情報を決定する方法は、特再平6-808751号公報に開示されている。

【0003】この決定方法は、データベースに、加工前の形状を表す標準図面情報を記憶し、また、ドリル加工やフライス加工などの各種の標準マクロパターンについて、径や長さなどのパラメタ、加工工具、加工工程と加工方法に関する標準加工情報を記憶する。加工後の形状に関する製品図面情報を作成する。

【0004】標準図面情報と製品図面情報との差分情報を抽出し、その差分情報に基づいて、加工する形状の輪郭を表す加工マクロパターンを作成すると共にそのパラ

メタを抽出する。データベース中の標準加工情報から、加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工方法と加工工程を読み出し、加工マクロパターンのパラメタに基づいて、読み出した加工方法で使用する加工工程とその順序を決定し、その加工工程と順序を工程設計情報とする。

【0005】データベース中の標準加工情報から、加工マクロパターンに相当する標準マクロパターンの加工工具を読み出し、その加工工具に関する最適な加工条件情報を決定する。

【0006】標準図面情報、製品図面情報、工程設計情報と加工条件情報に基づいて、NC工作機械の制御データを生成する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のような加工工程情報の決定方法は、穴や溝のような、名称と1または数個の寸法で表すことができる単純な形状を加工する場合に使用されるが、名称と1または数個の寸法で表すことができない、金型のキャビティのような三次元の任意形状の自由曲面を加工する場合には、使用することができない。

【0008】三次元の自由曲面を加工する場合、最初の荒削り工程から最終の仕上げ工程に至るまでの工程数が多く、各工程において、それぞれ、工具、工具保持具や工作機械などを決定する必要がある。加工能率の高い加工工程を決定するには、熟練者でも多くの手間が掛かり、長い時間を要する。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】1) 本発明の加工工程の決定方法は、複数の工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を加工前の形状と加工後の形状から求め、最大加工領域と加工後の形状の差分を求め、その差分が許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返す。

【0010】選定した工程候補を配列して、最後に選定した工程候補を最終の工程とする複数の工程順序候補を生成する。

## 【0011】各工程順序候補について、各工程の加工能

力、加工量と負荷時間から実効加工時間を求める、各工程の実効加工時間を総和して総実効加工時間を求める、総実効加工時間が最短になる工程順序候補を加工工程に決定する。

【0012】2) また、本発明の加工工程の決定方法は、複数の工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を加工前の形状と加工後の形状から求め、最大加工領域と加工後の形状の差分を求め、その差分が許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返す。

50 【0013】選定した各工程候補について、加工能力、

加工量と負荷時間から実効加工能力を求め、実効加工能力が最高になる工程候補を最初の工程に決定する。

【0014】選定した工程候補の中から、直前の工程に決定した工程候補より加工能力が低い工程候補を再選定し、再選定した各工程候補について、加工能力、加工量と負荷時間から実効加工能力を求め、実効加工能力が最高になる工程候補を次の工程に決定する。

【0015】再選定する工程候補がなくなるまで工程候補の再選定と工程の決定を繰り返し、最後に再選定した工程候補を最終の工程に決定する。

【0016】3) 本発明中の各事項の具体例は、次の通りである。

【0017】「工程候補」は、工具、工具保持具、工作機械と加工方法、及び、工具、工具保持具と工作機械の工具取付部分を組み付けたツーリング形態で構成している。または、少なくとも工具を含んで構成している。

【0018】工具のみで構成した場合、工具保持具などを決定するときは、最大加工領域を加工する際に干渉がないことを条件にする。

【0019】「最大加工領域を求める」には、加工前の形状、加工後の形状と工程候補のツーリング形態の各立体モデルを生成し、立体の集合演算を行なう。

【0020】「許容値」は、予め設定する。

【0021】「加工能力」は、標準的な値である。または、ツーリング形態の剛性などの力学的な特性を考慮して標準的な値を補正した値である。

【0022】「加工量」は、最初の工程においては最大加工領域の体積であり、第2工程以降の工程においてはその工程の最大加工領域と直前の工程の最大加工領域の差分の体積である。または、最終の工程またはその工程に近い仕上げ工程のように加工代が少ない場合や、加工後の形状が加工前の形状と近似していて最初の工程から加工代が少い場合は、両最大加工領域の立体形状の差分の体積に代えて面形状の差分の面積を使用する。

【0023】「負荷時間」は、工具の交換時間や加工途中の素材の段取り替え時間など工程を増やすことによって生じる加工能率上不利益な非加工時間である。

【0024】「実効加工時間を求める」には、工程候補の加工能力で加工量を除算して加工時間を求め、加工時間に負荷時間を加算する。

【0025】「実効加工能力を求める」には、工程候補の加工能力で加工量を除算して加工時間を求め、加工時間と負荷時間の和で加工量を除算する。

【0026】

【発明の効果】第1発明においては、総実効加工時間が最短になる加工工程が決定される。

【0027】第2発明においては、加工工程を決定する時間が第1発明におけるより短くて、加工能率の高い加工工程が決定される。

【0028】いずれの発明においても、三次元の自由曲

面を多数の工程を経て加工する場合、電子計算機を使用して加工能率の高い加工工程を迅速に決定することができる。

【0029】従って、金型のキャビティのような三次元の自由曲面を加工する時間と、加工工程を決定する時間が短縮される。

【0030】

【発明の実施の形態】<第1例(図1～図7参照)>本例は、金型の三次元の任意形状のキャビティを加工する加工工程を決定する方法である。

【0031】金型を製作する場合、図1に示すように、CAD装置1で金型を設計する。CAD装置1で作成した素材と金型の形状データは、加工工程決定用の電子計算機2に入力し、電子計算機2で本例の方法を実行して、金型の荒削り工程から最終仕上げ工程までの加工工程を決定する。

【0032】本例の方法で決定した加工工程に基づいて、CAM装置3でNCデータを生成する。NCデータは、NC工作機械4に入力し、NC工作機械4に取り付けた素材にNC工作機械4に取り付けた工具でキャビティを加工して、金型を得る。

【0033】本例の加工工程の決定方法を実行する電子計算機2は、パーソナルコンピュータ(PC)やエンジニアリングワークステーション(EWS)である。この電子計算機2は、図2に示すように、工程記憶部11、形状データ変換部12、工程特性演算部13、加工領域演算部14と加工能力演算部15を有する。

【0034】【工程記憶部】工程記憶部11は、予め、金型の加工に使用する各種の多数の工程や工程選定のノウハウを記憶している。

【0035】各工程は、図3(a)～(d)に例示するように、工具21、工具保持具22、NC工作機械4と加工方法、及び、工具21、工具保持具22とNC工作機械4の工具取付部分23を組み付けたツーリング形態で構成している。

【0036】図3に例示する工具21は、寸法の異なるボールエンドミルである。太短いボールエンドミル21は、剛性と加工能力が高いが、最大加工領域が狭い。細長いボールエンドミル21は、剛性と加工能力が低いが、最大加工領域が広い。

【0037】【形状データ変換部】形状データ変換部12は、CAD装置1から入力した素材の形状データ即ち加工前の形状データと金型の形状データ即ち加工後の形状データを、それぞれ、多数の微小な角柱を集合した立体モデルに変換する。

【0038】素材の形状は、直方体や正方体のような単純な形状である場合が多い。そのような場合は、その形状の名称と1または数個の寸法に基づいて、加工前の形状を表す立体モデルを生成する。

50 【0039】【工程特性演算部】工程特性演算部13

は、CAD装置1から入力した加工前と加工後の形状データや工程記憶部11に記憶している工程選定のノウハウなどに基づいて、工程記憶部11に記憶している各種の多数の工程の中から、使用可能な工程を読み出し、候補となる複数の工程を選択する。

【0040】選択した複数の工程候補について、それぞれ、その工具の標準的な加工能力を、そのツーリング形態の剛性などの力学的な特性を考慮して、補正した加工能力を演算し、工程候補を加工能力の高い順に並び替える。また、選定した各工程候補について、それぞれ、そのツーリング形態の立体モデルを生成する。

【0041】【加工領域演算部】加工領域演算部14は、工程特性演算部13で特性を求めた工程候補の中から、加工能力の高い順に工程候補を選定し、その工程候補のツーリング形態、加工前の形状と加工後の形状の立体モデルについて立体の集合演算を行ない、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域とその体積を求める。

【0042】また、最大加工領域と加工後の形状の差分を求める。その差分が、加工後の形状の代表点において、予め設定した許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返す。

【0043】図4は、加工後の形状31を粗い左下がりのハッチングで、工程候補の最大加工領域32を細かい右下がりのハッチングで、最大加工領域32と加工後の形状31の差分33を白地で示している。

【0044】【加工能力演算部】加工能力演算部15は、先ず、工程順序の候補を生成する。

\* 【0045】第1候補は、加工領域演算部14で選定した全ての工程候補をその選定順に並べた工程順序である。即ち、第1候補の工程順序は、加工能力の高い順であり、その最終の工程は、最大加工領域と加工後の形状の差分が予め設定した許容値以下になる工程候補である。

【0046】第2候補以降の候補は、次のように生成する。

① 第1候補における配列順序である加工能力順は、いずれの候補においても、維持する。

② 第1候補における最終の工程は、いずれの候補においても、使用して最終の工程にする。

③ 第1候補における最終工程以外の工程を1つずつ除去して複数の工程順序候補を生成する。

④ 第1候補における最終工程以外の工程を2つずつ除去して複数の工程順序候補を生成する。

⑤ 第1候補における最終工程以外の工程から除去する工程の数を1つずつ増加して同様に複数の工程順序候補を生成する。

⑥ 第1候補における最終工程以外の工程の数と、除去する工程の数が同一であるときの工程順序候補を最後の候補にする。

【0047】簡単な例で説明する。加工領域演算部14で選定した工程候補の数が4であり、その選定順がa工程、b工程、c工程、d工程の順である場合は、工程順序の候補は、次の表1の通りになる。

【0048】

\* [表1]

|      | a工程 | b工程 | c工程 | d工程 |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 第1候補 | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 第2候補 | 0   | 1   | 1   | 1   |
| 第3候補 | 1   | 0   | 1   | 1   |
| 第4候補 | 1   | 1   | 0   | 1   |
| 第5候補 | 0   | 0   | 1   | 1   |
| 第6候補 | 1   | 0   | 0   | 1   |
| 第7候補 | 0   | 1   | 0   | 1   |
| 第8候補 | 0   | 0   | 0   | 1   |

1: 使用する工程

0: 除去する工程

工程順序の第1候補は、a工程、b工程、c工程、d工程である。第2候補は、b工程、c工程、d工程である。第3候補は、a工程、c工程、d工程である。第4候補は、a工程、b工程、d工程である。第5候補は、c工程、d工程である。第6候補は、a工程、d工程である。第7候補は、b工程、d工程である。第8候補は、d工程のみである。

【0049】加工領域演算部14で選定した工程候補の

数がnであると、工程順序候補の数は、2の(n-1)乗になる。

【0050】多数の工程順序の候補を生成した後、加工能力演算部15は、各工程順序候補について、それぞれ、最初の工程から最終の工程までの各工程の加工能力、加工量と負荷時間から各工程の実効加工時間を演算し、各工程の実効加工時間を総和して総実効加工時間を求め、総実効加工時間が最短になる工程順序候補を加工

工程に決定する。

【0051】ここで、最初の工程から最終の工程までの各工程の加工能力は、工程特性演算部13で求めた加工能力である。

【0052】各工程の加工量は、最初の工程においては、加工領域演算部14で求めた最大加工領域の体積であり、第2工程以降の工程においては、加工領域演算部14で求めたその工程の最大加工領域と直前の工程の最大加工領域との差分の体積である。

【0053】加工代が少ない最終または最終に近い仕上げ工程においては、加工量にその工程と直前の工程の両最大加工領域の差分の面積を用い、加工能力に単位時間当たりの加工面積を用いることもある。

【0054】図5は、その工程の最大加工領域34を細かい右下がりのハッティングで、図4は、直前の工程の最大加工領域32を細かい右下がりのハッティングで示し、図6は、それらの両最大加工領域の差分35を細かい左下がりのハッティングで示す。

【0055】各工程の負荷時間は、工具の交換時間や加工途中の素材の段取り替え時間などその工程を増やすことによって生じる加工能率上不利益な非加工時間である。

【0056】加工能力演算部15で求めた総実効加工時間が最短になる加工工程は、NCデータ作成指示書16として出力する。NCデータ作成指示書16は、CAM装置3の作業者に提供する。

【0057】[フローチャート]電子計算機2において本例の加工工程の決定方法を実行する手順は、図7に示すように、先ず、CAD装置1で作成した加工前の形状データと加工後の形状データを入力する。

【0058】加工前と加工後の形状データや工程選定のノウハウなどに基づいて、記憶している各種の多数の工程の中から、候補となる複数の工程を選択し、その工程候補の中から加工能力の高い順に工程候補を1つずつ選定する。

【0059】選定した工程候補によって加工することのできる最大加工領域とその体積を演算する。また、その工程候補の最大加工領域と加工後の形状の差分を演算し、その差分が予め設定した許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返す。

【0060】工程候補の選定が終了すると、選定した全ての工程候補をその選定順に並べた工程順序を第1候補として生成する。また、上記したように、第1候補の工程順序から最終工程以外の1または複数の工程を除去して第2候補以降の工程順序を生成する。

【0061】即ち、選定した工程候補の全部または一部をその選定順に配列した多数の工程順序候補を生成する。

【0062】各工程順序候補について、それぞれ、最初の工程から最終の工程までの各工程の加工能力、加工量

と負荷時間から各工程の実効加工時間を求め、各工程の実効加工時間を総和して総実効加工時間を演算する。

【0063】総実効加工時間が最短になる工程順序候補を加工工程に決定し、その加工工程を出力する。

【0064】<第2例(図8参照)>本例の加工工程の決定方法は、前例においては工程順序の候補が多くなって演算時間が長くなる点を改良するため、最初の工程から最終の工程まで1工程ずつ順番に決定していく方法である。

【0065】図8のフローチャートに示すように、先ず、前例におけるのと同様に、加工前後の形状データを人力し、その形状データなどに基づいて選択した複数の工程候補の中から、加工能力の高い順に工程候補を1つずつ選定し、その工程候補によって加工することのできる最大加工領域を演算する。

【0066】また、前例におけるのとは異なり、その工程候補の加工能力、最大加工領域の体積である加工量と負荷時間から、その工程候補の実効加工能力を演算する。

【0067】また、前例におけるのと同様に、最大加工領域と加工後の形状の差分を演算し、その差分が予め設定した許容値以下になるまで工程候補の選定を繰り返す。

【0068】次に、前例におけるのとは異なり、選定した工程候補の中から、実効加工能力が最高になる工程候補を最初の工程に決定する。

【0069】そして、選定した工程候補の中から、直前の工程に決定した工程候補より加工能力が低い工程候補を加工能力の高い順に1つずつ再選定し、再選定した各工程候補について、それぞれ、その最大加工領域と直前の工程の最大加工領域との差分を演算し、その差分である加工量、その加工能力とその負荷時間から実効加工能力を求め、実効加工能力が最高になる工程候補を次の工程に決定する。

【0070】再選定する工程候補がなくなるまで工程候補の再選定と工程の決定を繰り返し、最後に再選定した工程候補を最終の工程に決定する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の加工工程決定方法の金型製作手順中の位置付けを示す図。

【図2】同加工工程決定方法を実行する電子計算機の構成図。

【図3】同加工工程決定方法における工程候補を例示する図。

【図4】同加工工程決定方法における工程候補の最大加工領域及びそれと加工後の形状の差分を例示する図。

【図5】同加工工程決定方法における他の工程候補の最大加工領域を例示する図。

【図6】同加工工程決定方法における前後の工程候補の最大加工領域の差分を例示する図。

【図7】同加工工程決定方法の第1例のフローチャート。

【図8】同加工工程決定方法の第2例のフローチャート。

【符号の説明】

2 加工工程決定用の電子計算機

4 工作機械

11 工程記憶部

12 形状データ変換部

\* 13 工程特性演算部

14 加工領域演算部

15 加工能力演算部

21 工具

22 工具保持具

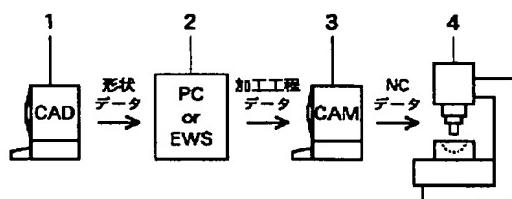
31 加工後の形状

32, 34 工程候補の最大加工領域

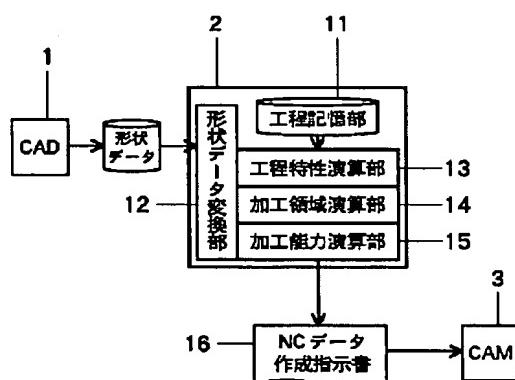
33 最大加工領域と加工後の形状の差分

\* 35 前後の工程候補の最大加工領域の差分

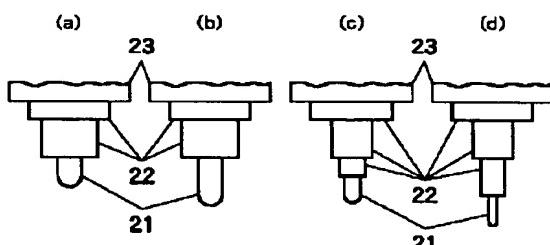
【図1】



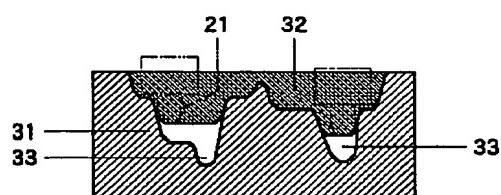
【図2】



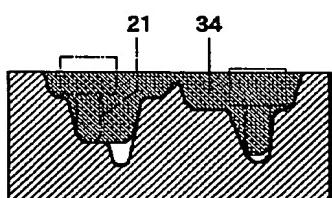
【図3】



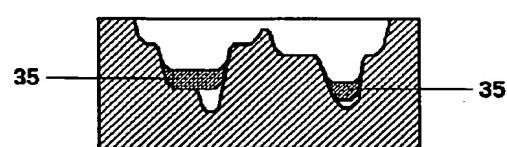
【図4】



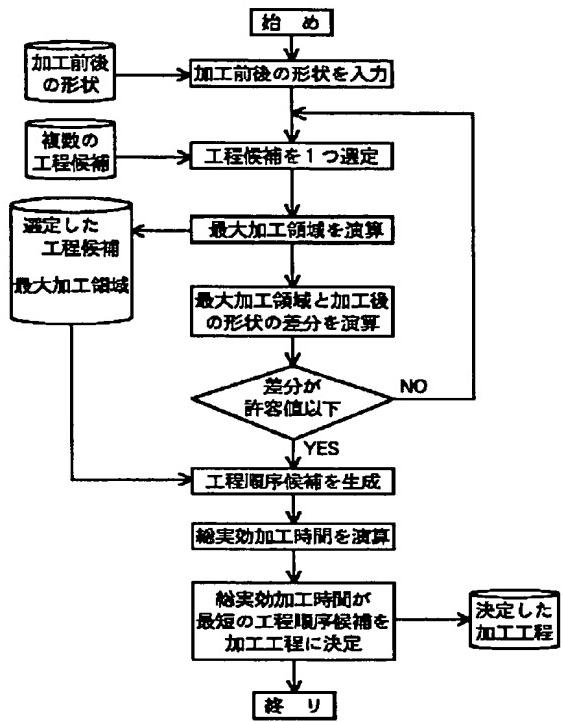
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

